مجلهٔ تحقیقات اقتصادی / دوره ۴۷، شماره‌ی ۲ ، سال ۹۱ / صفحات ۳۹ - ۲۱

تعیین کارایی شرکت‌های توزیع برق ایران و عوامل مؤثر بر آن با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و رویکرد دو مرحله‌ای

محمد سخنور*
دانشجوی دکترای علوم اقتصادی دانشگاه تربیت مدرس
M-sokhanvar2000@yahoo.com

حسین صادقی
استادیار دانشگاه تربیت مدرس sadeghih@modares.ac.ir

عباس عصاری
استادیار دانشگاه تربیت مدرس assari_a@modares.ac.ir

کاظم یاوری
دانشیار دانشگاه تربیت مدرس kazameyavari@yahoo.com

نادر مهرگان
دانشیار دانشگاه بوعلی سینا همدان enaderan@ut.ac.ir
تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۱

چکیده

در این مقاله با استفاده از داده‌های ۳۶ شرکت توزیع برق ایران و با استفاده از رویکرد DEA نهاده محور، به موضوع مهم تحلیل کارایی فنی بنگاه‌ها نسبت به مرز گروه و فرامرز و بررسی عوامل مؤثر بر کارایی در پی تجدید ساختار پرداخته می‌شود. در این مقاله شرکت‌ها بر حسب چگالی مدار بالا و پایین، به دو گروه تقسیم شده‌اند. به منظور بررسی اثر متغیرهای مربوط به ساختار مالکیت، ساختار شبکه و ساختار مصرف کنندگان و ساختار محیط از رویکرد دو مرحله‌ای استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد در بین شرکت‌های گروه اول، شرکت توزیع برق خراسان و دربین شرکت‌های گروه دوم، شرکت توزیع برق غرب استان تهران و شهرستان اصفهان بیش‌ترین کارایی را با توجه به فرامرز دارند، در حالی که شرکت توزیع کهگیلویه و بویراحمد در گروه‌ی اول و شرکت توزیع شهرستان شیراز در گروه‌ی دوم کم‌ترین کارایی را با توجه به فرامرز دارند. خصوصی‌سازی دارای اثر مثبت و عامل بار شبکه دارای اثر منفی و معنی‌دار بر کارایی شرکت‌ها با توجه به مرز گروه و فرامرز بوده‌اند. به طور متوسط شرکت‌های دارای چگالی مدار بالاتر دارای کارایی فنی و مقیاس بالاتری هستند.

طبقه بندی JEL: D43، L16، L94، O13، Q48

کلید واژه: ساختار، توزیع برق، فرامرز ناپارامتریک، کارایی

---

*- نویسنده‌ی مسئول.

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

بخش توزیع برق در دهه‌ی گذشته شاهد موجی از اصلاحات مقرراتی با عناوین مختلفی هم‌چون مقررات زدایی و تجدید ساختار در صنعت برق با هدف ارتقای کارایی از طریق تنظیم مقررات انگیزشی بوده است. بسیاری از این برنامه‌های مقرراتی از معیارگذاری[1] استفاده کرده‌اند تا کارایی شرکت را اندازه‌گیری کنند و برحسب آن پاداش بدهند. قابلیت اطمینان این تخمین‌های کارایی برای اجرای مؤثر مکانیزم‌های انگیزش محور تنظیم مقررات مهم است. یک مسئله‌ی پیش روی تنظیم کنندگان مقررات، انتخاب از بین مدل‌های معیارگذاری مرسوم است که معمولا نتایج متفاوتی به همراه می‌آورد.

بسیاری از کشورهای جهان در سیاست عمومی خود مدل سنتی ادغام افقی و عمودی (به عبارتی مدل انحصاری) را کنار گذاشته و رقابت در تولید و عرضه‌ی خرده فروشی برق را شروع کرده‌اند. فعالیت‌های اقتصادی شرکت‌های برق دارای مالکیت عمومی می‌تواند به چهار مرحله‌ی عمودی تقسیم شود: تولید برق (عرضه‌ی عمده فروشی)، انتقال با ولتاژ بالا، توزیع با ولتاژ پایین و عرضه‌ی خرده فروشی.

فعالیت‌های انتقال و توزیع در بازار فعلی و با تکنولوژی‌های جدید دارای انحصار طبیعی هستند، اما تولید (عرضه‌ی عمده فروشی) و عرضه‌ی خرده فروشی به طور بالقوه فعالیت‌های رقابتی تشخیص داده شده‌اند. (یارو[2]، ۱۹۹۴)

دولت ایران روند تجدید ساختار صنعت برق را از سال ۱۳۷۷ به صورت جدی دنبال کرده است. تا قبل از تحولات اخیر، صنعت برق ایران در انحصار دولت و متکی به بودجه‌ی عمومی بوده، اما ایجاد و راه‌اندازی بازار برق، ایجاد مدیریت شبکه‌ی برق و اجرای طرح استقلال شرکت توزیع برق، اهمیت تجدید ساختار صنعت برق و نیز بخش توزیع را بیش از پیش در جهت تحقق اهداف کارایی، بهره‌وری و رقابتی کردن اقتصاد طبق اصل ۴۴ قانون اساسی نشان می‌دهد.

در این مقاله ابتدا مطالعات تجربی خارجی و داخلی موضوع مورد بررسی به طور مختصر ذکر می‌شود. در قسمتی دیگر در مورد معیارگذاری و تعیین کارایی توضیح داده می‌شود و درهمین چارچوب توابع فاصله‌ی نهاده‌ی ناپارامتریک معرفی می‌شود که برای به‌دست آوردن مرز کارای گروهی و فرامرزی و محاسبه‌ی کارایی با توجه به مرز گروهی

1-benchmarking .
2- Yarrow.

Archive of SID

www.SID.ir

و فرامرزی در بخش توزیع صنعت برق به کار می‌رود. درباره نحوه‌ی وارد کردن متغیرهای محیطی و ساختاری مؤثر بر کارایی، شرح مختصری ارائه شده است. در بخش دیگری از مقاله، نتایج تحقیق آورده می‌شود. در بخش آخر نیز خلاصه و نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

۲- مبانی تجربی

در حالی که مطالعات مختلفی که به مطالعه‌ی فعالیت توزیع برق پرداخته‌اند تا حد اندکی از نظر نهاده‌ها و ستانده‌هایی که استفاده می‌کنند تفاوت دارند، اما در مورد متدولوژی، اجماع خاصی وجود ندارد. بسیاری از این مقالات از روش‌های ناپارامتریک و به ویژه مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[1] استفاده کرده‌اند. هدف بسیاری از مقالات اخیر، تحلیل تغییرات کارایی و یا بهره‌وری بوده که در اثر اصلاحات رخ داده است. ژالمارسون[2] و ویدرپس (۱۹۹۶)، بغدادی اغلو[3] و دیگران (۱۹۹۶) و پولیت[4] (۱۹۹۴)، به ترتیب برای سوئد، ترکیه، آمریکا و انگلیس شواهدی از تفاوت در کارایی بین شرکت‌های عمومی و خصوصی پیدا نکرده‌اند. موتا[5] (۲۰۰۶) و سن هوزا[6] (۲۰۰۳)، به ترتیب در مورد برزیل و شیلی دریافته‌اند که اثر خصوصی‌سازی بر کارایی شرکت‌های توزیع برق، مثبت است. کالمن[7] و دیگران (۲۰۰۷)، برای کشورهای اروپای شرقی دریافته‌اند که: ۱- شرکت‌های توزیع برق لهستان کوچک و ناکارا ، شرکت‌های توزیع برق جمهوری چک نسبتا کارا و شرکت‌های توزیع برق اسلواکی و مجارستان دارای کارایی متوسط می‌باشند. ۲- اثرخصوصی سازی بر کارایی فنی در چهار کشور مثبت بوده است. هاتوری[8] و دیگران(۲۰۰۲)، با مقایسه‌ی شرکت‌های توزیع برق انگلیس و ژاپن بین سال‌های ۱۹۸۵ و ۱۹۹۸ و با استفاده از DEA دریافته‌اند که بعد از اصلاحات، تفاوت‌های کارایی در بین شرکت‌های انگلیس افزایش یافته است. هس[9] و کالمن (۲۰۰۷)، با مطالعه‌ی آلمان شرقی و غربی دریافته‌اند که مطابق مدل‌های تجربی با

1- Data Envelopment Analysis.
2- Hjalmarsson.
3- Baghdadioglu.
4- Pollitt.
5- Mota.
6- Sanhueza.
7- Cullmann.
8- Hattori.
9- Hess.

Archive of SID

www.SID.ir

تصریحات مختلف، به‌طور متوسط شرکت‌های توزیع برق آلمان شرقی دارای کارایی فنی بالاتری نسبت به شرکت‌های توزیع برق آلمان غربی هستند.

فلاحی و احمدی (۱۳۸۴)، با مطالعه‌ی ۴۲ شرکت توزیع ایران در سال ۱۳۸۱ دریافته‌اند که عدم کارایی مقیاس، مهم‌ترین عامل عدم کارایی شرکت‌های توزیع برق در ایران بوده است و بیش‌تر شرکت‌ها در ناحیه‌ی بازدهی نسبت به مقیاس فزاینده فعالیت می‌کنند.

امامی میبدی[1] (۱۹۹۶)، با مطالعه‌ی ۳۰ شرکت توزیع برق ایران در سال ۱۹۹۵ دریافته است که عدم کارایی فنی و مقیاس، سهم یکسانی در عدم کارایی شرکت‌های توزیع برق در ایران داشته‌اند و بیش‌ترشرکت‌ها در ناحیه‌ی بازدهی صعودی نسبت به مقیاس فعالیت می‌کنند.

۳- ادبیات نظری و روش شناسی توابع فاصله ناپارامتریک

از آن‌جا که در بسیاری از کشورها، شرکت‌های توزیع یا دولتی باقی مانده‌اند و یا در صورت خصوصی شدن تحت مقررات دولتی هستند، برای تنظیم مقررات این شرکت‌ها از معیارگذاری استفاده می شود که به صورت مقایسه‌ی عملکرد واقعی یک بنگاه در مقابل عملکرد بنگاه مرجع بیان می‌شود. سه جنبه‌ی عمده‌ی عملکرد یک شرکت توزیع برق، بهره‌وری، کارایی و کیفیت هستند. (فارسی و دیگران، ۲۰۰۷).

روش‌های استفاده شده برای اندازه‌گیری کارایی معمولا تحت عنوان رویکردهای مرزی شناخته می‌شوند. روش‌های استخراج شده توسط فارل (۱۹۵۷)، بر مبنای کارهای اولیه‌ی نایت[2] (۱۹۳۳)، دبرو[3] (۱۹۵۱) و کوپمنز[4] (۱۹۵۱) قرار دارد که پایه‌ی پایه‌ی رویکردهای فعلی اندازه‌گیری کارایی(ناکارایی) تولید را با توسعه‌ی سیستم معادلات با عنوان توابع فاصله بنا نهاده‌اند. در حالی که فارل[5] تخمین نظری کارایی فنی در چارچوب اولیه را فراهم کرده، قضیه‌ی دوگانگی شفارد[6] (۱۹۵۳) رابطه‌ی بین تولید و و هزینه را بیان کرده است. ایده‌ی فارل به سه رویکرد انجامیده است: برنامه‌ریزی خطی، مرزهای قطعی و مرزهای تصادفی.

---

1 Emami Meibodi.
2- Knight.
3- Debreu.
4- Coopmans.
5- Farrell.
6- Shephard.

Archive of SID

www.SID.ir

مزیت رویکرد برنامه‌ریزی خطی و مرزهای قطعی این است که به فروض توزیعی یا تابعی نظیر بسیاری از رویکردهای تصادفی نیاز ندارد، اما دارای این مشکل است که خطاهای تصادفی را در نظر نمی‌گیرد و مدنظر قرار دادن خطاهای تصادفی از طریق تحلیل‌های تصادفی امکان‌پذیر می‌شود. (الاتوبی[1]، دیسموکس[2]، ۲۰۰۰).

شفارد (۱۹۷۰ و ۱۹۵۳)، رویکرد استفاده از تابع فاصله را برای تصریح تابع تولید دارای تکنولوژی چند نهاده‌ای چند ستانده‌ای ارائه کرده است. برای تحلیل صنایع تحت مقررات، این رویکرد دارای مزیت بر توابع هزینه یا درآمد است، زیرا برای این صنایع، فروض رفتاری حداکثرسازی سود یا درآمد و یا حداقل سازی هزینه نقض می‌شود. (استاچ[3] و دیگران، ۲۰۰۴). یک تابع فاصله ممکن است دارای رویکرد نهاده‌ای یا ستانده‌ای باشد.

انواع مدل‌های DEA در ادبیات موضوعی کارایی نیز از مدل‌های تابع فاصله با رویکرد نهاده‌ای و یا با رویکرد ستانده‌ای استفاده می‌کنند. DEA در مدل با رویکرد نهاده‌ای، مرز را با ثابت نگه داشتن سطوح ستانده و جستجوی حداکثر کاهش نسبی در استفاده از نهاده مشخص می‌کند طوری که هنوز در مجموعه‌ی تکنولوژی باقی بماند، اما DEA در مدل با رویکرد ستانده‌ای، نهاده‌ها را ثابت در نظر می‌گیرد و حداکثر افزایش نسبی ممکن در ستانده‌ها را جستجو می‌کند. دو مدل مذکور، نمرات کارایی یکسانی به دست می‌آورند اگر تکنولوژی، بازدهی ثابت نسبت به مقیاس (CRS) داشته باشد، اما نمرات کارایی متفاوتی به دست می‌آورند زمانی که تکنولوژی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS) داشته باشد.

در این مقاله به دلایل ذکر شده، از رویکرد تابع فاصله نهاده استفاده می‌شود، زیرا ستانده‌های شبکه‌های توزیع برق به دلیل مشخص بودن تقاضا به طور برون‌زا تعیین می‌شوند، به عبارتی دیگر، مقدار مشخصی برق مورد تقاضا به تعداد مشخصی از مشتریان تحویل داده می‌شود.

در زیرکارایی نسبت به تکنولوژی فرامرزی[4] و مرزهای گروهی و نسبت شکاف تکنولوژیکی با استفاده از تابع فاصله نهاده در چارچوب مدل DEA تحلیل می‌شود.

1- Olatubi.
2- Dismukes.
3- Estache.
4- Metafrontier

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۱- تکنولوژی فرامرزی

مفهوم فرامرز تولید ابتدا توسط هیامی[1] (۱۹۶۹) و هیامی و روتان[2] (۱۹۷۰، ۱۹۷۱) معرفی شده است. آن‌ها فرض می‌کنند که یک فرامرز تکنولوژی تولید در کل صنعت وجود دارد که همه‌ی گروه‌های مجزای دارای تکنولوژی‌های مختلف را دربرمی‌گیرد. طبق تعریف ریاضی هیامی و روتان (۱۹۷۱، ص ۸۲)، تابع تولید فرامرزی می‌تواند به‌صورت پوش توابع تولید نئوکلاسیکی معین تعریف شود. مفهوم فرامرز تولید بر مبنای این فرض ساده قرار دارد که همه‌ی بنگاه‌ها، دارای دسترسی بالقوه به بهترین تکنولوژی موجود در صنعت هستند، اگر چه‌این بنگاه‌ها به طور واقعی تکنولوژی‌های متفاوتی را در گروه‌های مختلف خودشان به کار می‌برند. فرض کنید که X و Y به ترتیب بردارهای ستونی با ابعاد N و M بیانگر اعداد حقیقی غیر منفی بردارهای نهاده و ستانده‌ی یک بنگاه هستند. حالتی رادر نظر گیرید که K(>1) گروه وجود دارند و بنگاه‌ها در هر گروهی تحت یک تکنولوژی خاص گروهی T^k (به ازای k=1,…,K) فعالیت می‌کنند.

به منظور تضمین ویژگی محدب بودن، فراتکنولوژی به صورت رویه‌ی محدب اجتماع تکنولوژی‌های خاص گروهی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$T^* \equiv \text{Convex Hull}\{T^1 \cup \ldots \cup T^k\} \quad (۱)$$

[3]

که k تعداد تکنولوژی‌های موجود می‌باشد و مجموعه‌ی تکنولوژی T از همه‌ی بردارهای ستانده تشکیل شده است که می‌تواند با استفاده از یک بردار غیر منفی نهاده‌ها تولید شود. این مجموعه‌ی تکنولوژی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$T^k=\{(x,y): x,y \geq 0;\ x \text{ می‌تواند } y \text{ را تولیدکند}\} \quad (۲)$$

مرز محدب گروه k با به کار بردن روش DEA برای همه‌ی نهاده‌ها و ستانده‌های مشاهده شده‌ی بنگاه در گروه مربوطه ساخته می‌شود. اگر k گروه از داده‌های L_k بنگاه تشکیل شده باشد و T دوره وجود داشته باشد، مسأله‌ی DEA با رویکرد نهاده‌گرای VRS به‌صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\begin{aligned} &\text{Min } \rho_{it} \\ &P_{it}, \lambda_{it} \\ &\text{s.t } -Y_{it} + \acute{Y}\lambda_{it} \geq 0 \\ &\rho_{it}X_{it} - \acute{X}\lambda_{it} \leq 0 \\ &\acute{J}\,\lambda_{it} = 1 \\ &\lambda_{it} \geq 0 \end{aligned} \quad (۳)$$

1- Hayami
2- Ruttan

۳ - رویه محدب.

Archive of SID

www.SID.ir

در این‌جا Y_{it} مقدار ستانده برای i امین بنگاه در t امین دوره، X_{it} بردار $N\times1$ مقدار نهاده‌ی i امین بنگاه در t امین دوره، Y بردار $L_kT\times1$ مقدار ستانده‌ی L_k بنگاه در T دوره، X ماتریس $N\times L_kT$ مقدار نهاده برای L_k بنگاه در Tدوره، J بردار $L_kT\times1$ یک‌ها، λ_{it} یک بردار $L_kT\times1$ وزن‌ها و ρ_{it} یک اسکالر است. می‌توان نشان داد که مقدار ρ_{it} که مسئله‌ی برنامه‌ریزی خطی (LP)[1] (۳) را حل می‌کند، کم‌تر از یک نیست و اطلاعاتی را در مورد کارایی فنی i امین بنگاه در t امین دوره ارائه می‌دهد. به طور خاص، $1/\rho_{it}$، حداکثرکاهش نسبی در نهاده‌ها است درصورتی که مقدار ستانده‌ی i امین بنگاه در t امین دوره ثابت نگه داشته شود. مقدار λ_{it} که مسئله‌ی LP (۳) را حل می‌کند اطلاعاتی را در مورد بنگاههای مرجع i امین بنگاه در t امین دوره ارائه می‌دهد. این بنگاه‌های مرجع نقاط کارایی هستند که مشخص کننده‌ی رویه‌ی مرزی می‌باشند که بهترین نهاده‌ها و ستانده‌های بالقوه‌ی قابل دسترس i امین بنگاه در t امین دوره بر روی آن مشخص شده‌اند. حل مسئله‌ی LP (۳) به طور جداگانه برای هر بنگاهی در هر گروهی و در هر دوره‌ی زمانی، همه‌ی رویه‌ها بر روی مرز k گروه را مشخص می‌کند. (ادنل، رائو، بتیس، ۲۰۰۸)

در نهایت، با تخمین کارایی‌های فنی بنگاه‌ها با توجه به فرامرز و مرزهای گروهی، ساده است که نسبت شکاف تکنولوژیکی در سطوح معین نهاده و ستانده با استفاده از معادله‌ی (۵) در زیر تخمین زده شود.

کارایی فنی نهاده‌ی محور یک زوج مشاهده شده (x,y) با توجه به تکنولوژی گروه k به صورت معادله‌ی زیر تعریف می‌شود:

$$TE_i^k(x,y)=\frac{1}{D_i^k(x,y)} \qquad (۴)$$

اگر کارایی فنی نهاده‌ی محور (x,y) معین ۰.۷ اندازه‌گیری شود، بدان معناست که y می‌تواند با استفاده از ۷۰ درصد بردار نهاده‌ی x تولید شود. نسبت شکاف تکنولوژی نهاده محور می‌تواند با استفاده از توابع فاصله نهاده از تکنولوژی T^* و T^k به صورت زیر تعریف شود:

$$TGR_i^k(x,y)=\frac{D_i^k(x,y)}{D_i^*(x,y)}=\frac{TE_i^*(x,y)}{TE_i^k(x,y)} \qquad (۵)$$

این نسبت همیشه بین صفر و یک است و برابری با یک زمانی برقرار می‌شود که مرز تکنولوژی گروهی با فرامرز به ازای بردارهای نهاده و ستانده‌ی X و y خاص بر هم منطبق باشد. (همان منبع)

1- Linear Programming.

Archive of SID

www.SID.ir

۳-۲- وارد کردن متغیرهای محیطی و ساختاری در مدل‌های DEA

منظور از محیط عواملی است که کارایی بنگاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند اما جزء نهاده‌های مورد استفاده نیستند و فرض می‌شود که تحت کنترل مدیر نیستند. به عنوان مثال انواع اشکال مالکیت، ویژگی‌هایی نظیر چگالی مشتری و موقعیت بنگاه .

روش‌های مختلفی وجود دارند که متغیرهای محیطی می‌توانند در تحلیل DEA وارد شوند، اما در این‌جا از روش دو مرحله‌ای استفاده می‌شود.

یک روش ممکن، وارد کردن متغیرهای محیطی به طور مستقیم در فرمول بندی LP (۳) است. در کل، یک متغیر محیطی یا به صورت نهاده‌ی غیرصلاحدیدی یا به صورت متغیر ستانده و یا به صورت متغیر غیرصلاحدیدی خنثی وارد می‌شود.

اما روش دو مرحله‌ای شامل حل مسئله‌ی DEA در مرحله‌ی اول است که تنها نهاده‌ها و ستانده‌های سنتی را در برمی‌گیرد. در مرحله‌ی دوم، نمرات کارایی به دست آمده از مرحله‌ی اول به عنوان متغیر وابسته و متغیرهای محیطی به عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته می‌شوند. علامت ضرایب متغیرهای محیطی بیانگر جهت اثرات آن‌هاست. از مزایای روش دو مرحله‌ای این است که رگرسیون مرحله‌ی دوم، می‌تواند هر دو متغیر مستقل پیوسته و گسسته را به کار ببرد. همچنین دارای مزیت محاسبه‌ی آسان است.

از جمله مطالعاتی که از رویکرد دو مرحله‌ای استفاده می‌کنند مطالعات کوپر[1] و دیگران (۲۰۰۰)، کوئلی (۱۹۹۹) می‌باشند. معمولا در رویه‌ی دو مرحله‌ای از توبیت دو حدی[2](2LT) با محدودیت صفر از پایین و یک از بالا استفاده می‌شود. محققان استفاده کننده از 2LT ، براوو- ارتا[3] و دیگران (۲۰۰۷)، لاتروفه[4] و دیگران (۲۰۰۴)، فتهی[5] و دیگران (۲۰۰۲)، وسترگارد[6] و دیگران (۲۰۰۲) هستند. اما مک دونالد[7] بیان می‌کند که داده‌های کارایی کسری یا نسبتی هستند و فرایند تولید داده‌ها سانسور شده نمی‌باشد، لذا پیشنهاد می‌دهد از OLS استفاده شود که تخمین‌های سازگار و بدون تورشی می‌دهد. (مک دونالد، ۲۰۰۹)

1- Cooper.
2- Limited Tobit.
3- Bravo-Ureta.
4- Latruffe.
5- Fethi.
6- Vestergard.
7- Mc Donald .

Archive of SID

www.SID.ir

نمرات کارایی بایستی بین ۱ و ۰ یا برابر ۱ یا ۰ باشند. معمولا چندین مقدار کارایی ۱ وجود دارد، اما معمولا هیچ نمره‌ی کارایی ۰ یا نزدیک آن وجود ندارد، بنابراین بیان می‌شود که توبیت تک حدی (1LT)که تنها حد بالا در ۱ را برای متغیر وابسته در نظر می‌گیرد، می تواند کاراتر باشد، اما مک دونالد بیان می‌کند که چون 2LT از اطلاعات قبلی بیش‌تری نسبت به 1LT در محاسبه‌ی اثرات نهایی استفاده می‌کند، می‌تواند به طور مجانبی کاراتر باشد.

برای تصحیح مشکلات سازگاری تخمین‌زنها، آن دسته از متغیرهای محیطی در تخمین مدل کارایی در نظر گرفته می‌شود که با متغیرهای نهاده و ستانده هم‌بستگی نداشته باشند. (پرز- ریز و توار[1]، ۲۰۰۹)

این رویکرد از رویکرد پیت و لی (۱۹۸۱) تبعیت می‌کند که رابطه‌ی بین نمرات کارایی از DEA و عوامل مؤثر بر کارایی را به صورت زیر می‌نویسد:

$$\mu_i^* = f(z_i, \varphi) \qquad (۶)$$

z_i بردار متغیرهای مؤثر بر کارایی و φ بردار پارامترهای تخمین زده شده است. μ_i^* نمرات کارایی واقعی است. چون کارایی عددی بین یک و صفر است، OLS تخمین‌زن‌های تورش داری ارائه می‌دهد. برای اجتناب از تورش بالقوه، معمولا مدل توبیت با استفاده از تکنیک حداکثر راستنمایی و فرض توزیع لجستیک برای خطاها تخمین زده می‌شود. (الاتوبی و دیسموکس[2]، ۲۰۰۰)

۴- روش انجام تحقیق و داده‌های مورد استفاده

انجام تحقیق به روش کتابخانه‌ای و اسنادی است و از روش‌های ناپارامتریک با استفاده از نرم افزار DEAP و روش‌های پارامتریک اقتصادسنجی با استفاده از نرم‌افزار Eviews6 و دیگر نرم افزارهای مورد نیاز استفاده شده است.

برای این تحقیق از داده‌های تلفیقی ۳۶ شرکت توزیع برق ایران در دوره‌ی زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۸ استفاده می‌شود که از آمار تفصیلی صنعت برق ایران موجود در وب سایت توانیر[3] و معاونت هماهنگی و نظارت مالی وزارت نیرو (ساختمان شماره‌ی ۴) گرفته شده است. این شرکت‌ها به دو گروه دارای چگالی مدار (نسبت تعداد مشتریان به طول شبکه) بالا و پایین تقسیم‌بندی می‌شوند. رویکردهای مرزی پارامتریک و

1- Perez-Reyes&Tovar.
2- Olatubi&Dismukes.
۳- به سایت توانیر به آدرس http://www.tavanir.org.ir مراجعه کنید.

Archive of SID

www.SID.ir

ناپارامتریک، کل بنگاه‌ها را همگن و در یک گروه در نظر می‌گیرند که به نظر می‌رسد در بیش‌تر حالات فرض نادرستی باشد، بنابراین استفاده از رویکرد فرامرزی که تنوع تکنولوژیکی به دلیل تنوع امکانات محیطی و ساختار مصرف کننده را در نظر می‌گیرد، برای تخمین میزان کارایی، شکاف تکنولوژیکی و مقیاس بهینه‌ی شرکت‌های توزیع برق صحیح‌تر به نظر می‌رسد. در کل بسیاری از مطالعات اخیر نشان داده‌اند که بهتر است چندین ستانده برای تکنولوژی خدمات توزیع برق به کار رود و بنابراین به دلیل وجود تکنولوژی چند ستانده‌ای، بسیاری ازتحلیل‌های کارایی توزیع برق از رویکرد DEA استفاده کرده‌اند. رویکردهای مبتنی بر اقتصادسنجی و رویکردهای آماری معمولا از تابع هزینه و یا تابع نیازمندی نهاده و یا تابع فاصله نهاده استفاده می‌کنند. (هاتوری، ۲۰۰۲)

طبق مطالعه‌ی جاماسب و دیگران (۲۰۰۵)، تلفات[1] شبکه‌ی توزیع، منبع اصلی ناکارایی در کشورهای در حال توسعه هستند (راموس- ریل و دیگران، ۲۰۰۹)، بنابراین در این مقاله، تلفات شبکه‌ی توزیع نیز به عنوان نهاده آورده شده است.

هم‌چنین در این مطالعه با جمع بندی مطالعات نظری، از متغیرهای طول شبکه، ظرفیت ترانسفورماتور، تعداد شاغلان (مطالعات رم پاکودان (۲۰۰۲)، هاتوری و دیگران (۲۰۰۳)، پرز ریز و توار (۲۰۰۹)، کالمن و دیگران (۲۰۰۸)، هس و کالمن (۲۰۰۷)، جاماسب و پولیت (۲۰۰۱ و ۲۰۰۳)، گرویچ[2]، جاماسب و پولیت (۲۰۰۵)، ریسند[3] (۲۰۰۲)، راموس-ریل و دیگران (۲۰۰۹)، گوتو وسیوشی (۲۰۰۹) و امامی میبدی (۱۹۹۵) را ملاحظه کنید)، تلفات شبکه‌ی توزیع (رم پاکودان (۲۰۰۲) و پرز- ریز و توار (۲۰۰۹)) و هزینه‌های عملیاتی تعدیل شده به‌وسیله‌ی شاخص قیمت مصرف کننده (CPI) (جاماسب و پولیت (۲۰۰۱،۲۰۰۳و۲۰۰۵)) به عنوان نهاده استفاده می‌شود.متغیرهای کنترلی شامل متغیر مجازی خصوصی سازی برای کنترل ساختار مالکیت، نسبت طول شبکه‌ی زیر زمینی به کل طول شبکه برای کنترل ساختار شبکه ،نسبت مشتریان خانگی به کل مشتریان برای کنترل ساختار مصرف کننده و ضریب بار شبکه (نسبت حداکثر بار غیرهم‌زمان به کل مصرف برق) و ضریب بار ظرفیت ترانسفورماتور (نسبت ظرفیت ترانسفورماتور به تقاضای برق)، به ترتیب برای کنترل شدت استفاده از شبکه و ترانسفورماتور و چگالی مدار به صورت نسبت تعداد مشتریان به طول شبکه و تراکم مشتری به صورت نسبت تعداد مشتریان به مساحت حوزه‌ی

1- loss.
2- Growitsch.
3- Resende.

Archive of SID

www.SID.ir

تحت پوشش برای کنترل محیط عملیاتی در نظر گرفته می‌شوند. تقریبا همه‌ی مطالعات، مقدار انرژی تحویل داده شده و تعداد مشتریان را به عنوان متغیرهای ستانده در نظر می‌گیرند که دراین‌جا نیز این دو متغیر به عنوان متغیرهای ستانده به‌کار می‌روند.

۵- نتایج تحقیق

تخمین‌های DEA مرزهای گروهی و فرامرز با استفاده از DEAP2.1 (کوئلی و دیگران، 1996b را ملاحظه کنید.) انجام شده است. همه‌ی نتایج با استفاده از مدل DEA نهاده‌گرای VRS داده شده در مسئله‌ی LP (۳) به دست آمده است.

در این تحقیق ابتدا شرکت‌های توزیع به دو گروه بر حسب چگالی مدار (نسبت تعداد مشتریان به طول شبکه) بالا و پایین تقسیم می‌شوند. شرکت‌های توزیع برق آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، اصفهان، چهارمحال و بختیاری، مرکزی، همدان، لرستان، خراسان، جنوب خراسان، شمال خراسان، خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد، زنجان، سمنان، کرمانشاه، کردستان، ایلام، فارس، بوشهر، شمال کرمان، جنوب کرمان، هرمزگان و یزد در گروه شرکت‌های دارای چگالی مدار پایین(گروه اول) قرار می‌گیرند. شرکت‌های توزیع برق شهرستان تبریز، شهرستان اصفهان، غرب استان تهران، قم، شهرستان مشهد، شهرستان اهواز، قزوین، شهرستان شیراز، گیلان، مازندران، غرب مازندران و گلستان در گروه شرکت‌های دارای چگالی مدار بالا(گروه دوم) هستند.

کارایی‌های فنی نسبت به مرز گروه و فرامرز و نسبت‌های شکاف تکنولوژیکی برای ۳۶ شرکت توزیع در ۸ سال به دست آمده است. در جدول (۱) و (۲) کارایی فنی و مقیاس به ترتیب برای شرکت‌های گروه اول و گروه دوم با استفاده از DEA سنتی به دست آمده است. در گروه اول، ۲۴ شرکت و در گروه دوم، ۱۲ شرکت وجود دارند.

GRVRSTE کارایی فنی با توجه به مرز گروه تحت فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس است. GRSCALETE، کارایی مقیاس با توجه به مرز گروه است که از تقسیم کارایی تحت فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس به کارایی تحت فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس به دست آورده می‌شود، MetaCRSTE بیانگر کارایی فنی با توجه به فرامرز تحت فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است. TGRvrs نسبت شکاف تکنولوژیکی تحت فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس است. پیشوند m به معنی میانگین متغیر مربوطه می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱

نام شرکت (گروه۱)	mGRVRSTE	mGRSCALETE	mMETACRSTE	mTGRvrs
آذربایجان شرقی	۰,۹۷	۰,۹۵	۰,۸۷	۰,۹٤
آذربایجان غربی	۰,۹۹	۰,۸۸	۰,۸۲	۰,۹۲
اردبیل	۰,۹۱	۰,۹۷	۰,۸٦	۰,۹٦
اصفهان	۰,۸۷	۰,۹۷	۰,۸۱	۰,۹۹
چهار محال و بختیاری	۰,۸۷	۰,۸۸	۰,٦۸	۰,۹۹
مرکزی	۰,۸٦	۰,۹۹	۰,۸۱	۰,۹٦
همدان	۰,۸٦	۰,۹۹	۰,۷٦	۰,۹۲
لرستان	۰,۷	۱	۰,٦٤	۰,۹۵
خراسان	۱	۰,۹۷	۰,۹۵	۰,۹۹
برق جنوب خراسان	۰,۹۷	۰,۹۳	۰,۸۷	۱
برق شمال خراسان	۰,۹۲	۰,۹٤	۰,۸۳	۱
خوزستان	۰,۹۱	۰,۹۷	۰,۷۳	۰,۹٤
کهکیلویه و بویر احمد	۰,۷۵	۰,٦۹	۰,٤۹	۰,۹۹
زنجان	۰,۸۹	۰,۹۲	۰,۷۵	۰,۹٤
سمنان	۰,۹۵	۰,۹۷	۰,۹	۰,۹۸
کرمانشاه	۰,۸۷	۰,۹۸	۰,۷٦	۰,۹۱
کردستان	۰,۹	۰,۹۸	۰,۸۱	۰,۹۱
ایلام	۰,۹۸	۰,٦٤	۰,۵۵	۰,۹۴
فارس	۰,۸٤	۰,۹۸	۰,۷۹	۰,۹۵
بوشهر	۰,۸۹	۰,۹٤	۰,۷۵	۰,۹
شمال کرمان	۰,۹۷	۰,۹۹	۰,۹۳	۰,۹۷
جنوب کرمان	۰,۸٤	۰,۹۵	۰,۷۳	۰,۹۱
هرمزگان	۰,۷	۰,۹۹	۰,٦۷	۰,۹۷
یزد	۰,۹٤	۰,۹۹	۰,۸۹	۰,۹۵
میانگین گروه۱	۰,۸۹	۰,۹٤	۰,۷۸	۰,۹۵

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲

نام شرکت (گروه۲)	mGRVRSTE	mGRSCALETE	mMETACRSTE	mTGRvrs
شهرستان تبریز	۰,۹۹	۰,۹۹	۰,۹۶	۰,۹۷
شهرستان اصفهان	۱	۰,۹۹	۰,۹۸	۰,۹۸
غرب استان تهران	۰,۹۸	۱	۰,۹۸	۱
قم	۰,۹۸	۰,۸۸	۰,۸۵	۰,۹۴
شهرستان مشهد	۰,۹۶	۱	۰,۹۳	۰,۹۹
شهرستان اهواز	۰,۹۴	۰,۹۹	۰,۹۴	۱
قزوین	۰,۹۹	۰,۹۷	۰,۹۴	۰,۹۷
شهرستان شیراز	۰,۷۱	۰,۹۸	۰,۶۹	۰,۹۸
گیلان	۰,۹۸	۰,۹۹	۰,۹۱	۱
مازندران	۰,۸۵	۰,۹۸	۰,۸	۰,۹۹
غرب مازندران	۱	۰,۸۹	۰,۸۶	۰,۹۶
گلستان	۰,۹	۰,۹۲	۰,۸۳	۰,۹۷
میانگین گروه۲	۰,۹۴	۰,۹۷	۰,۸۹	۰,۹۸
میانگین کل	۰,۹۱	۰,۹۵	۰,۸۱	۰,۹۶

چنان‌که از جدول (۱) مربوط به گروه اول و جدول (۲) مربوط به گروه دوم مشخص است، در گروه اول، میانگین کارایی تحت فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس با توجه به مرز گروه برای شرکت توزیع برق آذربایجان غربی (۰,۹۹) بیشترین است، درحالی‌که برای شرکت‌های توزیع برق لرستان و هرمزگان (۰,۷۰) کم‌ترین می‌باشد. در کل میانگین کارایی با توجه به مرز گروه اول، در حدود ۰,۸۹ است.

در گروه دوم، میانگین کارایی تحت فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس با توجه به مرز گروه برای شرکت‌های توزیع برق شهرستان اصفهان و غرب مازندران (با مقدار ۱) بیشترین است، درحالی‌که برای شرکت توزیع برق شهرستان شیراز (با مقدار ۰,۷۱) کمترین می‌باشد. در کل برای شرکت‌های گروه دوم، میانگین کارایی با توجه به مرز گروه، درحدود ۰,۹۴ است، یعنی بنگاه‌های گروه دوم نسبت به گروه اول کاراتر هستند.

یک منهای میانگین کارایی مقیاس برای شرکت‌های توزیع برق بیانگر شکاف بین کارایی تحت فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و بازدهی متغیر نسبت به مقیاس و یا فاصله‌ی کارایی بنگاه در مقیاس موجود از کارایی آن در مقیاس بهینه است که این شکاف برای کهگیلویه و بویراحمد (با مقدار کارایی مقیاس ۰,۶۹) بیش‌ترین و برای بقیه‌ی شرکت‌های توزیع برق گروه اول نسبتا پایین است. کارایی مقیاس برای شرکت توزیع برق قم در گروه دوم (با مقدار ۰,۸۵) کم‌ترین می‌باشد. در کل کارایی مقیاس

Archive of SID

www.SID.ir

گروه دوم بالاتر از گروه اول است، یعنی شرکت‌های گروه دوم نسبت به شرکت‌های گروه اول، در مقیاس بهینه‌تری با توجه به مرز گروه خودشان فعالیت می‌کنند.

میانگین کارایی تحت فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس با توجه به فرامرز نشان می‌دهد که در بین شرکت‌های گروه اول، شرکت توزیع برق خراسان (با مقدار ۰,۹۵) بیش‌ترین کارایی را با توجه به فرامرز داراست، در حالی که شرکت توزیع برق کهگیلویه و بویراحمد (با مقدار ۰,۴۹) کم‌ترین کارایی را با توجه به فرامرز دارد، یعنی شرکت توزیع برق کهگیلویه و بویراحمد می‌تواند با به کار بردن بهترین تکنولوژی موجود در کشور و درمقیاس بهینه اش تا ۵۱ درصد نهاده‌های خود را برای ارائه‌ی همین مقدار ستانده‌ی فعلی‌اش کاهش دهد.

در بین شرکت‌های گروه دوم، شرکتهای توزیع برق غرب استان تهران و شهرستان اصفهان (با مقدار ۰,۹۸) بیش‌ترین کارایی را تحت فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس با توجه به فرامرز دارند، در حالی که شرکت توزیع برق شهرستان شیراز (با مقدار ۰,۶۹)، کم‌ترین کارایی را با توجه به فرامرز داراست، یعنی شرکت توزیع برق شیراز می‌تواند با به کار بردن بهترین تکنولوژی موجود در کشور و درمقیاس بهینه اش، تا ۳۱ درصد نهاده‌های خود را برای ارائه‌ی همین مقدار ستانده‌ی فعلی کاهش دهد. بنابراین شرکت‌های توزیع برق گروه دوم در سطح تکنولوژیکی کاراتری فعالیت می‌کنند.

هر چه قدر TGR یا به عبارتی نسبت شکاف تکنولوژی، بالاتر باشد، تفاوت کم‌تری بین کارایی بنگاه‌ها در گروه و کارایی آن‌ها درکل کشور یا افق بلندمدت دستیابی به تکنولوژی برتر وجود دارد. در صورتی که نسبت شکاف تکنولوژی پایین باشد، به معنی کارایی متفاوت بنگاه با توجه به مرز گروه از یک سو و فرامرز از سوی دیگر است. معمولا کارایی بنگاه در گروه، بهتر از کارایی آن با توجه به فرامرز است، اما در صورتی که نسبت شکاف تکنولوژیکی ۱ باشد، تفاوت کارایی با توجه به مرز گروه و فرامرز وجود ندارد. در گروه اول شرکت‌های توزیع برق شمال خراسان و جنوب خراسان دارای نسبت شکاف تکنولوژیکی ۱ هستند. شرکت توزیع برق بوشهر (با نسبت شکاف تکنولوژیکی ۰,۹)دارای تفاوت زیاد کارایی با توجه به مرز گروه و فرامرز است. کارایی با توجه به مرز گروه و فرامرز برای شرکت‌های توزیع برق غرب استان تهران، اهواز و گیلان درگروه دوم با داشتن نسبت شکاف تکنولوژیکی۱ تفاوتی ندارد ولی بیش‌ترین شکاف کارایی بین گروه و فرامرز متعلق به شرکت توزیع برق قم (با نسبت شکاف تکنولوژیکی ۰,۹۴) است.

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین نسبت شکاف تکنولوژیکی در گروه دوم بیش‌تر از میانگین نسبت شکاف تکنولوژیکی درگروه اول است، یعنی در کل، تفاوت تکنولوژیکی شرکت‌های گروه دوم در گروه نسبت به فرامرز کم‌تر است.

۵-۱- نتایج رگرسیون توبیت

رگرسیون توبیت که کارایی به دست آمده از DEA سنتی بافرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس با توجه به مرز گروهی و بافرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس با توجه به فرامرز را بر روی تراکم مشتری به صورت نسبت تعداد مشتریان به مساحت حوزه‌ی تحت پوشش(CD1)، چگالی مدار به صورت نسبت تعداد مشتریان به طول شبکه (CD2)، متغیر موهومی خصوصی‌سازی (DUMPRIVATE) برای کنترل ساختار مالکیت (که مقدار ۱ در صورت خصوصی شدن شرکت و مقدار صفر در صورت دولتی بودن شرکت می‌گیرد)، نسبت طول شبکه‌ی زیرزمینی به کل طول شبکه (UGR) برای کنترل ساختار شبکه، متغیر نسبت مشتریان خانگی به کل مشتریان (CONSRESSHARE) برای کنترل ساختار مصرف کننده، ضریب بار شبکه (LF1) بیانگر نسبت حداکثر بار غیر هم‌زمان به کل مصرف برق و ضریب بار ظرفیت ترانسفورماتور (LF2) بیانگرنسبت ظرفیت ترانسفورماتور به تقاضای برق به ترتیب برای کنترل شدت استفاده از شبکه و ترانسفورماتور برازش می‌کند، در جدول‌های زیر آورده شده است.

گرین[1] (۲۰۰۸، صفحات۸۷۳-۸۷۲)، اثر نهایی متغیر توضیحی m ام را به صورت زیر بیان می‌کند:

$$\frac{\partial E(y_i/x_i)}{\partial x_{im}} = \beta_m * (\text{احتمال این که } y_i/x_i \text{ مقداری غیر حدی بگیرد}) \quad (۷)$$

که در این‌جا نیز از رویکرد گرین برای محاسبه‌ی اثرات نهایی استفاده می‌شود. در نهایت با تخمین رگرسیون 2LT در مرحله‌ی دوم، عوامل مؤثر بر کارایی تحلیل می‌شود.

احتمال آن که مقادیر کارایی با توجه به مرز گروهی و فرامرز مقدار حدی نگیرد، به‌ترتیب ۰,۶۷ و ۰,۸۷ است، لذا ضرایب متغیرها در دو رگرسیون به ترتیب در۰,۶۷و ۰,۸۷ ضرب می‌شود تا مقدار اثرات نهایی متغیرها به دست آورده شود. اثر نهایی هر متغیر در رگرسیون توبیت با ضرایب متغیرها تفاوت دارد، مگر این که مقادیر حدی برای

1- Green.

www.SID.ir

کارایی به عنوان متغیر وابسته وجود نداشته باشد.اثر نهایی هر متغیر بیان می‌کند که یک درصد تغییر در متغیر مستقل سبب چند درصد تغییر در متغیر وابسته می‌شود.

جدول ۳- متغیر وابسته: کارایی با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس با توجه به مرز گروهی

متغیر	ضریب	اثرات نهایی متغیرها	آماره‌ی z	احتمال
C	۰٫۹۲۲۸	۰٫۶۱۸۳	۲۰٫۷۱۶۱	۰٫۰۰۰۰
CD1	−۰٫۰۰۰۶	−۰٫۰۰۰۴	−۱٫۶۰۱۴	۰٫۱۰۹۳
CD2	۳٫۱۸۵۷	۲٫۱۳۴۴	۲٫۰۵۴۶	۰٫۰۳۹۹
LF1	−۰٫۸۸۷۶	−۰٫۵۹۴۷	−۴٫۸۶۱۸	۰٫۰۰۰۰
LF2	۰٫۱۸۴۳	۰٫۱۲۳۵	۲٫۲۱۱۰	۰٫۰۲۷۰
UGR	۰٫۳۲۱۷	۰٫۲۱۵۵	۰٫۸۳۹۸	۰٫۴۰۱۰
CONSRESSHARE	۰٫۰۸۶۱	۰٫۰۵۷۷	۱٫۱۶۶۴	۰٫۲۴۳۵
DUMPRIVATE	۰٫۰۵۹۲	۰٫۰۳۹۷	۳٫۴۶۰۵	۰٫۰۰۰۵

جدول ۴- متغیر وابسته: کارایی بافرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس با توجه به فرامرز

متغیر	ضریب	اثرات نهایی متغیرها	آماره‌ی z	احتمال
C	۰٫۷۱۰۴	۰٫۶۱۸۱	۱۹٫۴۳۷۱	۰٫۰۰۰۰
CD1	۰٫۰۰۰۱	۰٫۰۰۰۱	۰٫۲۷۶۹	۰٫۷۸۲۱
CD2	۱٫۳۹۳۲	۱٫۲۱۲۱	۱٫۰۷۷۹	۰٫۲۸۲۰
LF1	−۰٫۳۶۶۸	−۰٫۳۱۹۱	−۲٫۹۰۴۲	۰٫۰۰۴۰
LF2	۰٫۲۶۱۱	۰٫۲۲۷۱	۴٫۴۳۴۷	۰٫۰۰۰۰
UGR	۰٫۶۶۳۴	۰٫۵۷۷۱	۲٫۱۰۶۷	۰٫۰۳۶۰
CONSRESSHARE	−۰٫۰۶۷۸	−۰٫۰۵۹۰	−۱٫۰۱۴۶	۰٫۳۱۱۲
DUMPRIVATE	۰٫۰۲۷۸	۰٫۰۲۴۱	۱٫۹۳۸۱	۰٫۰۵۳۶

همان‌طور که جدول (۳) نشان می‌دهد، در تخمین رگرسیونی اول، متغیرهای نسبت طول شبکه‌ی زیرزمینی به کل طول شبکه و نسبت مشتریان خانگی به کل مشتریان معنی‌دار نبوده‌اند و از سوی دیگر به استثنای متغیر تراکم مشتری که در سطح اطمینان حدود ۹۰ درصد معنی‌دار است، بقیه‌ی متغیرها در سطح اطمینان بالایی معنی‌دار بوده‌اند.

در تخمین رگرسیونی دوم از کارایی با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس با توجه به فرامرز به عنوان متغیر وابسته استفاده شده است، زیرا فرض می شود که همه‌ی بنگاه‌ها به طور بالقوه دارای این امکان هستند که در بلندمدت در مقیاس بهینه خدمت ارائه دهند. در این تخمین رگرسیونی به جز متغیر تراکم مشتری و متغیر چگالی مدار و متغیر نسبت مشتریان خانگی به کل مشتریان، بقیه‌ی متغیرها معنی‌دار بوده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

متغیر تراکم مشتری در تخمین رگرسیون اول برخلاف انتظار دارای علامت منفی و تاحدی معنی‌دار، ولی در رگرسیون دوم بی‌معنی است زیرا انتظار بر این است با افزایش تراکم مشتریان در یک ناحیه، کارایی شرکت افزایش یابد. متغیر چگالی مدار در هر دو تخمین دارای علامت مورد انتظار مثبت و در رگرسیون اول معنی‌دار و در رگرسیون دوم بی‌معنی است. افزایش چگالی مدار به میزان ۱ درصد در رگرسیون‌های اول و دوم به ترتیب سبب افزایش کارایی با توجه به مرز گروه و فرامرز به ترتیب به میزان ۲,۱۳ و ۱,۲۱ درصد می‌شود. انتظار بر این است که با افزایش نسبت تعداد مشتریان به طول شبکه، هزینه‌ها و نهاده‌های مورد استفاده برای ارائه‌ی ستانده‌ی خاصی کاهش یابد. متغیر موهومی خصوصی سازی نیز دارای اثر مورد انتظار مثبت و معنی‌دار برکارایی هم باتوجه به مرز گروه و هم با توجه به فرامرز در هر سطح معنی‌داری بوده است. اثر نهایی خصوصی سازی بر کارایی با توجه به مرز گروه و فرامرز در رگرسیون اول و دوم به ترتیب ۰,۰۴ و ۰,۰۲ بوده است. در رگرسیون اول و دوم،برخلاف انتظار هر درصد افزایش سهم طول شبکه‌ی زیر زمینی از کل طول شبکه سبب افزایش کارایی با توجه به مرز گروه و فرامرز به ترتیب به میزان ۰,۲۱ و ۰,۵۸ درصد می‌شود. این متغیر در رگرسیون اول بی‌معنی و در رگرسیون دوم معنی‌دار بوده است. انتظار بر این است که با افزایش سهم طول شبکه‌ی زیر زمینی از کل طول شبکه، هزینه‌های ثابت افزایش یابد، لذا کارایی شرکت‌ها کاهش یابد (آوگر (۲۰۰۲) را ملاحظه کنید). متغیر سهم مشتریان خانگی از کل مشتریان در تخمین رگرسیونی اول دارای علامت خلاف انتظار مثبت و بی‌معنی و در تخمین رگرسیونی دوم دارای علامت مورد انتظار منفی و بی‌معنی است. انتظار بر این است که با افزایش سهم مشتریان خانگی از کل مشتریان، هزینه‌ها و نهاده‌های مورد نیاز افزایش و کارایی کاهش یابد. هزینه و نهاده‌ی مورد نیاز برای ارائه‌ی E واحد انرژی به یک مشتری، کم‌تر از هزینه و نهاده‌ی مورد نیاز برای ارائه‌ی E/1000 واحد انرژی به هزار مشتری است. در رگرسیون اول و دوم ضریب بار شبکه دارای علامت منفی و معنی‌دار در سطح بالا و مطابق انتظار نظری و ضریب بار ظرفیت ترانسفورماتور دارای علامت خلاف انتظار مثبت و معنی‌دار در سطح بالا بوده‌اند. با توجه به رگرسیون اول و دوم، هر درصد افزایش ضریب بار شبکه سبب می‌شود که کارایی با توجه به مرز گروه و فرامرز به ترتیب به میزان ۰,۵۹و ۰,۳۱ درصد کاهش یابد. هر درصد افزایش ضریب بار ظرفیت ترانسفورماتور سبب افزایش کارایی به ترتیب به میزان ۰,۱۲و ۰,۲۳درصد می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

۶- خلاصه و نتیجه‌گیری

با مستقل شدن شرکت‌های توزیع برق در ایران و سپس خصوصی کردن آن‌ها گام اساسی در تغییر ساختار صنعت برق از یک ساختار یکپارچه‌ی عمودی به ساختاری جداسازی شده جهت ارتقای کارایی برداشته شد. در همین راستا در این مقاله ابتدا با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی فنی و کارایی مقیاس و نسبت شکاف تکنولوژی این شرکتها تعیین شد و سپس اثر تغییر ساختار شبکه، ساختار مصرف‌کننده و ساختار مالکیت بر کارایی بررسی شد.

نتایج تحلیل پوششی داده‌ها در مرحله‌ی اول نشان می‌دهد که با توجه به فرامرز در بین شرکت‌های گروه اول، شرکت توزیع برق خراسان بیش‌ترین کارایی فنی را داراست در حالی که شرکت توزیع برق کهکیلویه و بویراحمد دارای کم‌ترین کارایی است. در بین شرکت‌های گروه دوم، شرکت توزیع برق غرب استان تهران و شهرستان اصفهان بیش‌ترین کارایی فنی را دارا هستند، در حالی که شرکت توزیع برق شهرستان شیراز دارای کمترین کارایی است.

هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که شرکت توزیع برق بوشهر در گروه اول و شرکت توزیع برق قم در گروه دوم دارای تفاوت زیاد کارایی با توجه به فرامرز ازیک سو و مرز گروه از سوی دیگر هستند. درکل، شرکت‌های گروه اول نسبت به گروه دوم به طور میانگین دارای نسبت شکاف تکنولوژیکی کمتری هستند.

هم‌چنین شرکت‌های گروه دوم نسبت به شرکت‌های گروه اول، به طور متوسط میزان کارایی فنی و مقیاس بالاتری با توجه به فرامرز و مرز گروه داشته‌اند. خصوصی سازی سبب ارتقای کارایی با توجه به مرزگروه و فرامرز شده است.

فهرست منابع

۱ -فلاحی محمد علی و احمدی وحیده، (۱۳۸۴) ارزیابی کارایی هزینه‌ی شرکت‌های توزیع برق در ایران، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره‌ی ۷۱، صفحات ۳۲۰-۲۹۷

2- Bagdadioglu N., Waddam Price C.M., Weyman-Jones T.G.,(1996) Efficiency and ownership in electricity distribution: a nonparametric model of the Turkish experience. Energy Economics,18,1–23.

3- Emami Meibodi, A., (1996) Efficiency Consideration of Electricity Supply Industry: The Case of Iran, Department of Economics, University of Surrey, Working Paper.

4- Estache A.,Rossi M.,Ruzzier C.H.,(2004) case to inter national coordination of electricity regulation: evidence from the measurement

Archive of SID

www.SID.ir

of efficiency in south America, Journal of regulatory Economics, 25:3, 271-295 .
5- Farrell, M., (1957) The Measurement of Productive Efficiency, Journal of the Royal Statistics Society, Series A, Vol. 120, No. 3, 253-281.
6- Farsi M., Fetz A., Filippini M.,(2007) Benchmarking and Regulation in the Electricity Distribution Sector, CEPE Working Paper No. 54.
7- Goto M.& Tsutsui M., (2008) Technical efficiency and impacts of deregulation: An analysis of three functions in U.S. electric power utilities during the period from 1992 through 2000, Energy Economics, 30, 15–38.
8- Goto M., SueyoshiT., (2009) Productivity growth and deregulation of Japanese electricity distribution, Energy Policy.
9- Hatori T., Tooraj J. and Micheal G. P., (2002) A Comparison of Uk and Japanese Electricity Distribution Performance 1985-1998: Lessons for Incentive Regulation, Cambridge and Massachusetts Institute of Technology, CMI Working Paper, No. 3.
10- Hess B., Cullmann A., (2007) Efficiency analysis of East and West German electricity distribution companies e Do the ‘‘Ossis’’ really beat the ‘‘Wessis’’?”, Utilities Policy, 15, 206-214.
11- Hjalmarsson L., Veiderpass A., (1992) Efficiency and ownership in Swedish electricity retail distribution, The Journal of Productivity Analysis No 23.
12- McDonald J., (2009) Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses, European Journal of Operational Research, 197, 792–798.
13- O'Donnell C.J., Rao D.S.P., Battese G.E., (2008) Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios, Empirical Economics, 34 (2), 231–255.
14- Olatubi W., Dismukes D.,(2000) A data envelopment analysis of the levels and determinants of coal-fired electric power generation performance, Utilities Policy ,9, 47–59.
15- Pe´rez-Reyes R., Tovar B.,(2009) Measuring efficiency and productivity change (PTF) in the Peruvian electricity distribution companies after reforms, Energy Policy, 37, 2249–2261.
16- Ramos-Real F. & Others, (2009) The evolution and main determinants of productivity in Brazilian electricity distribution 1998–2005: An empirical analysis, Energy Economics, 31, 298–305
17- Yarrow G.,(1994) Privatization, Restructuring and Regulatory Reform in Electricity supply, Oxford university press.

Archive of SID

www.SID.ir